

Basisband-Fading-Simulator ABFS

Kosten senken durch Simulation im Basisband

Die Eigenschaften eines Funkkanals können die Übertragung eines Signals zwischen einem Sender und speziell einem mobilen Empfänger stark beeinträchtigen. Der neue Basisband-Fading-Simulator ABFS von Rohde & Schwarz erzeugt Signale, welche die tatsächliche Empfangssituation im mobilen Einsatz simulieren. Damit können Empfänger bereits während der Entwicklung und bei der Typprüfung auf ihre Praxistauglichkeit getestet werden. Und daß er die Signale bereits auf Basisband-Ebene simuliert, senkt auch die Kosten.

Foto 43346/2



BILD 1 Basisband-Fading-Simulator ABFS: Sein flexibles Konzept gewährleistet, daß er die Funkkanäle aller Kommunikationssysteme simulieren kann.

Simulation im Basisband bringt Vorteile

Fading-Simulatoren mischen in der Regel das Signal des Funkkanals auf die Zwischenfrequenz, führen dort das Fading durch und setzen anschließend das Signal wieder in die richtige Signallage um. Kostengünstiger ist es jedoch, den Simulator bereits vor der

ersten Umsetzung im Sender auf die Trägerfrequenz einzuschleifen, d. h. auf der Basisbandebene (I und Q) zu simulieren, und erst danach auf die richtige Frequenzlage im Testsystem umzusetzen. Dadurch gibt es auch keine Signalverschlechterung durch die mehrfache Umsetzung.

Für die Zukunft gerüstet

Der Basisband-Fading-Simulator ABFS (BILD 1) ist **universell einsetzbar für Forschung, Entwicklung und Produktion** im Bereich des digitalen Mobilfunks. Er verfügt über alle nachzubil-

denden Szenarien und die mathematisch-statistischen Modelle für die Simulation des sporadischen Schwundverhaltens, wie sie in den Meßvorschriften der Mobilfunkstandards festgelegt sind (z. B. GSM, IS-54/US-136, IS-95). Sein offenes Konzept erlaubt es, die **Funkkanäle heutiger und auch künftiger Kommunikationssysteme zu simulieren**, ganz gleich ob es sich um Mobilfunk, Rundfunk, Flugtelefon, WLL- oder WLAN-Systeme handelt.

Als Basisband-Fading-Simulator bietet er die kostengünstige Möglichkeit, zusammen mit einem Testsystem nicht nur Protokolltests, sondern diese auch unter erschwerten Empfangsbedingungen durchzuführen. Es lassen sich auch Systeme simulieren, die **Frequenzwechsel (Hopping)** enthalten. So ist z. B. der ABFS schnell genug, um innerhalb eines Rasters von nur 4 ms (Framezeit bei GSM) dem Frequenzwechsel des Testsystems folgen zu können.

Applikationen

Zusammen mit einer Basisbandquelle (z. B. dem I/Q-Modulationsgenerator AMIQ [1] von Rohde & Schwarz) lassen sich **Empfängertests auf I/Q-Ebene** durchführen, auch wenn die entsprechende HF-Strecke noch nicht zur Verfügung steht. So können bei der Entwicklung eines Empfängers bereits sehr früh die Robustheit von Empfangsalgorithmen auf verschiedene Fading-Erscheinungen getestet werden (siehe dazu Kasten auf der nächsten Seite). Gleiches gilt auch für die Korrekturschaltungen im Empfänger z. B. für den Equalizer.

Der ABFS bietet bereits im **Grundmodell zwei unabhängige Kanäle für 6-Pfad-Fading**, die sich beliebig zusammenschalten lassen (BILD 2), z. B.:

- Einen Eingang (mit unterschiedlichen Fadingprofilen) auf zwei Ausgänge verteilen. Damit lassen sich mehrere Antennen mit

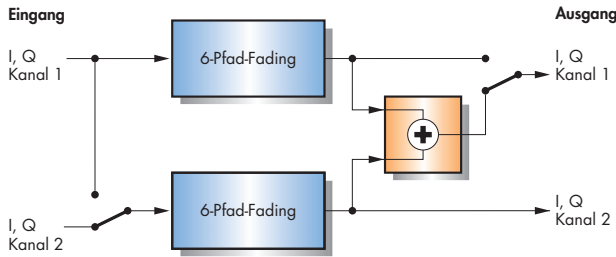


BILD 2
Die beiden Kanäle des ABFS lassen sich für die unterschiedlichsten Meßzwecke beliebig zusammenschalten.

- **Zweiter Rauschgenerator ABFS-B3**
Zweite Rauschquelle für einen weiteren Ausgang.

Jedem der Pfade läßt sich unabhängig von der gewählten Schaltung eines der Fading-Profile Rayleigh, Rician, Pure Doppler, Log Normal oder Suzuki zuordnen [2].

unterschiedlicher Charakteristik oder Frequenz-Diversity-Verfahren simulieren.

- Zwei Eingänge jeweils mit individuellen Profilen simulieren und dann am Ausgang addieren. Diese Konfiguration ist interessant für den Test von Zellenwechsel oder die Überlagerung von Störern.
- Die zwei Kanäle können auch komplett verkoppelt werden, so daß sich ein Kanal mit 12 Pfaden ergibt.

Noch vielseitiger mit Optionen

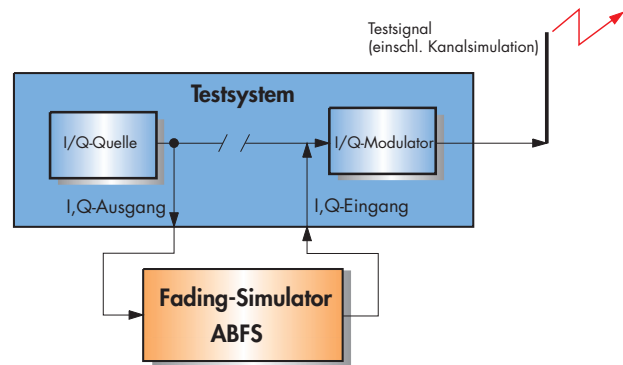
- **Rauschgenerator ABFS-B1**
fügt in den Ausgang des ersten Kanals eine zuschaltbare Rauschquelle ein. Dies dient zum Simulieren von Störern im benutzten Frequenzband.
- **Zweiter Fading-Simulator ABFS-B2**
Zusätzlich zu den zwei Kanälen im Grundmodell zwei weitere Kanäle mit gleichen Eigenschaften.

Neben den genannten Fading-Arten sind für jeden Pfad zusätzlich vorgebar:

- Dämpfung
- Verzögerungszeit
- Doppler-Frequenz bzw. Geschwindigkeit zwischen Sender und Empfänger sowie die
- Kopplung zu einem anderen Kanal

Durch das Einbinden des ABFS in Testsysteme für digitalen Mobilfunk ist es möglich, mit diesen Systemen Tests unter Fading-Bedingungen durchzuführen. Einzige Voraussetzung: Das Testsystem muß einen I/Q-Aus- und -Eingang haben. Der ABFS wird dann zwischen diesen Ausgang und den entsprechenden Eingang eingeschleift (BILD 3).

BILD 3
Einbindung des Fading-Simulators ABFS in ein Testsystem.



Wie der Mehrwegeempfang den Übertragungskanal beeinflusst...

Die Eigenschaften des Funkkanals sind zeitvariant und frequenzabhängig, was zu zeit- und frequenz-selektivem Schwund führt. Das Empfangssignal wird im wesentlichen durch folgende Faktoren beeinflusst:

Mehrwegeausbreitung (Multipath Fading)

Durch Reflexionen und Beugungen ergibt sich am Empfänger ein Signal, das sich aus mehreren Pfaden (bis zu 12) zusammensetzt. Die Pfade haben unterschiedliche Laufzeiten, Amplituden und Phasen, was auch zu Auslöschungen führen kann. Der Laufzeitunterschied ist in der Regel größer als die Symboldauer.

Schwund Je nach Laufzeit kann es zu schmalbandigen, frequenzselektiven Einbrüchen innerhalb der Bandbreite des Nachrichtenkanals kommen. Diese treten auch bei unbewegtem Empfänger auf.

Delay Spread Durch den Mehrwegeempfang kommt es zur zeitlichen Spreizung des Empfangssignals (Zeitdispersion).

Intersymbol-Interferenz Wenn die Laufzeitunterschiede größer als die Symboldauer sind, entstehen Störungen durch Anteile vorher gesendeter Symbole.

Lokale Dispersion (Local Scattering) Durch Streuung in der unmittelbaren Umgebung des Empfängers entstehen zahlreiche Teilwellen. Dadurch erreicht den Empfänger in jedem Pfad ein ganzes Bündel von Signalen mit geringem Laufzeitunterschied. Bei bewegtem Empfänger kommt es aufgrund der sich willkürlich ändernden Amplituden und Phasenlagen der einzelnen Echos zu zeitselektivem Schwund (**Fast Fading**).

Doppler-Verschiebung (Doppler Shift) Durch die Bewegung des Empfängers treten Frequenzverschiebungen auf. Zugleich kommt es bei

Signalen aus unterschiedlichen Richtungen zu einer Spreizung im Frequenzbereich (**Doppler Spread**).

Langsame Signalschwankungen (Long Term Fading, Slow Fading) Feldstärkeänderungen, die beispielsweise durch Abschattungen in hügeligem Gelände hervorgerufen werden.

...und wie Mobilfunksysteme davor geschützt werden:

Die Mobilfunksysteme sind so ausgelegt, daß die Beeinträchtigungen des Funkkanals weitgehend nicht stören. Zu den Techniken, welche die Folgen des Mehrwegeempfangs eliminieren sollen, gehören:

- Fehlerschutz-Codierung (FEC),
- Algorithmen zum Laufzeitausgleich (Equalizing),
- Verschachtelung von Nachrichteninhalten (Interleaving) und
- Schaltungen zur Frequenzanpassung.

Um das Benutzen dieser Parameterviel-
falt zu erleichtern, sind komplette Ein-
stellungen für viele Kanal-Modelle fer-
tig programmiert, so z. B. GSM Rural
und Typical Urban. Diese Voreinstel-
lungen lassen sich für spezielle Tests
schnell aufrufen und auch verändern.

Wolfgang Kufer

LITERATUR

- [1] Kernchen, W.; Tiepermann, K.-D.: I/Q-
Modulationsgenerator AMIQ – Komfor-
table Erzeugung komplexer I/Q-Signale.
Neues von Rohde & Schwarz (1998) Nr.
159, S. 10–12.
- [2] Lüttich, F.: Signal Generator SMIQ + SMIQ-
B14 – Fading-Simulator und Signalgene-
rator in einem Gerät. Neues von Rohde &
Schwarz (1997) Nr. 155, S. 9–11.

Kurzdaten Basisband-Fading-Simulator ABFS

Bandbreite	7 MHz (ergibt 14 MHz HF- Bandbreite)
Kanäle	2 (4 mit Option ABFS-B2)
Pfade	12 (24 mit Option ABFS-B2)
max. Pfadzahl je Kanal	12
Pfaddämpfung	0...50 dB, Auflösung 0,1 dB
Pfadverzögerung	0...1600 μ s, Auflösung 50 ns
Doppler-Verschiebung	0...600 Hz
Fading-Profile	Rayleigh, Rician, Pure Doppler, Log Normal, Suzuki

Näheres Leserdienst Kennziffer 163/03